



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

MOST PŘES ŘEKU BEROUNKU

BRIDGE OVER THE BEROUNKA RIVER

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jonáš Gratza

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JOSEF PANÁČEK

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

| | |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Studijní program | N3607 Stavební inženýrství |
| Typ studijního programu | Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia |
| Studijní obor | 3607T009 Konstrukce a dopravní stavby |
| Pracoviště | Ústav betonových a zděných konstrukcí |

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

| | |
|------------------------|-------------------------|
| Student | Bc. Jonáš Gratza |
| Název | Most přes řeku Berounku |
| Vedoucí práce | Ing. Josef Panáček |
| Datum zadání | 31. 3. 2017 |
| Datum odevzdání | 12. 1. 2018 |

V Brně dne 31. 3. 2017

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Podklady:

Základní údaje, situace, podélný profil, příčný řez, geotechnické poměry.

Základní normy:

ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů.

ČSN 73 6214 Navrhování betonových mostních konstrukcí.

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou.

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

ČSN EN 1992-2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady.

Literatura doporučená vedoucím diplomové práce.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Pro zadaný problém navrhnete dvě až tři studie řešení a zhodnotíte je.

Podrobný návrh betonové nosné konstrukce vybrané studie mostu provedte podle mezních stavů včetně zvážení vlivu její výstavby. V řešení respektujte plavební prostor a podmínky pro umístění mostu dle podkladů. Výstavbu nosné konstrukce můžete provést i na pevné skruži. Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího diplomové práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady a studie řešení

P2. Výkresy - přehledné, podrobné a detaily (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

P3. Stavební postup a vizualizace

P4. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x).

Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Josef Panáček
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem silničního mostu v obci Roztoky, přemostující řeku Berounku. Byly navrženy 3 možné varianty. Jedna z těchto variant byla vybrána a podrobněji zpracována. Řešenou variantou byl komorový průřez s podélným náběhem, který je budován pomocí letmé betonáže. Statická analýza zahrnuje vliv výstavby pomocí TDA. Konstrukce byla posuzována na dočasné a trvalé návrhové situace. Konstrukce byla posuzována podle EC.

KLÍČOVÁ SLOVA

komorový nosník, náběh, předpětí, letmá betonáž, TDA, Scia Engineer

ABSTRACT

Diploma thesis is focused on a design of the road bridge in Roztoky municipality. The bridge spans Berounka river. The design is processed in three options and the selected option was developed in greater detail. The layout of bridge is designed as a girder box with haunch. The bridge will be built by a cantilever erection method. Structural analysis of the bridge regards the influences of construction by TDA method. The structure is assessed for temporary and permanent states. The assessment of the structure was made according to EC.

KEYWORDS

girder box, haunch, prestressed structure, cantilever erection, TDA, Scia Engineer

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Jonáš Gratza *Most přes řeku Berounku*. Brno, 2017. 19 s., 273 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav
betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Josef Panáček

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 11. 1. 2018

.....

podpis autora

Poděkování:

Děkuji vedoucímu práce Ing. Panáčkovi za energii a cenné rady, které mi v během zpracovávání diplomové práce poskytoval. Za čas, který mi věnoval během konzultací, kdykoliv bylo potřeba. Dále děkuji rodině, která mě během studia podporovala. Bez ní by nebylo možné studium úspěšně ukončit. V poslední řadě přítelkyni, která mě při studiu také velmi podporovala.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

TECHNICKÁ ZPRÁVA

TECHNICAL REPORT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jonáš Gratza

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JOSEF PANÁČEK

BRNO 2018

| | |
|-------------------------------------------------|----|
| 1. ÚVOD | 10 |
| 2. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE | 10 |
| 3. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTĚ | 10 |
| 4. MOST A JEHO UMÍSTĚNÍ..... | 11 |
| 5. VYBAVENÍ MOSTU..... | 12 |
| 6. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY | 12 |
| 7. VARIANTY NÁVRHU ŘEŠENÍ | 12 |
| 7.1 Studie 1 | 12 |
| 7.2 Studie 2 | 13 |
| 7.3 Studie 3 | 13 |
| 8. Technické řešení mostu | 13 |
| 8.1 Zemní práce..... | 13 |
| 8.2 Založení | 14 |
| 8.3 Spodní stavba | 14 |
| 8.3.1 Opěry..... | 14 |
| 8.3.2 Přejížděvací deska | 14 |
| 8.3.3 Stojky | 14 |
| 8.3.4 Nosná konstrukce..... | 14 |
| 8.4 Uložení | 15 |
| 8.5 Vozovka | 15 |
| 8.6 Statické řešení | 15 |
| 9. VÝSTAVBA MOSTU..... | 16 |
| 9.1 Spodní stavba | 16 |
| 9.2 Nosná konstrukce | 16 |
| 9.3 Dokončovací práce | 17 |
| 10. ZÁVĚR..... | 17 |
| 11. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ | 18 |
| 11.1 LITERATURA..... | 18 |
| 11.2 INTERNET..... | 18 |
| 11.3 NORMY | 18 |
| 12. SEZNAM PŘÍLOH TEXTOVÉ ČÁSTI..... | 19 |
| P1. Použité podklady a studie řešení | 19 |
| P2. Výkresy- přehledné, podrobné a detaily..... | 19 |
| P3. Stavební postup a vizualizace | 19 |
| P4. Statický výpočet | 19 |

1. ÚVOD

Trvalý silniční most o třech polích, který převádí komunikace druhé třídy s označením II/236. Most je situován v intravilánu obce Roztoky u Křivokláta na silnici mezi Křivoklátem a Nižborem. Mostní objekt nese označení SO 201. Most překračuje přírodní překážku, řeku Berounku. Úhel křížení je 90.0° .

V místě mostního objektu je komunikace vedena v přímé. Výškové řešení komunikace je vedeno v podélném klesajícím sklonu 0.5% po směru staničení. Příčný sklon mostu je řešen ve střeovitém sklonu 2.5%.

Komunikaci převádí jediná nosná konstrukce z předpjatého betonu. Oba dopravní směry jsou tedy vedeny na jedné konstrukci. Most je osazen železobetonovými římsami, na kterých je po obou stranách trojmadlové zábradlí z uzavřených profilů.

2. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

| | |
|---------------------|-----------------------------|
| Stavba: | SO 201 na silnici II/236 |
| Objekt: | SO 201 |
| Název mostu: | Most přes řeku Berounku |
| Katastrální území: | Roztoky |
| Obec: | Roztoky |
| Okres: | Rakovník |
| Kraj: | Středočeský |
| Projektant: | Bc. Jonáš Gratza |
| Pozemní komunikace: | Silnice II. třídy číslo 236 |

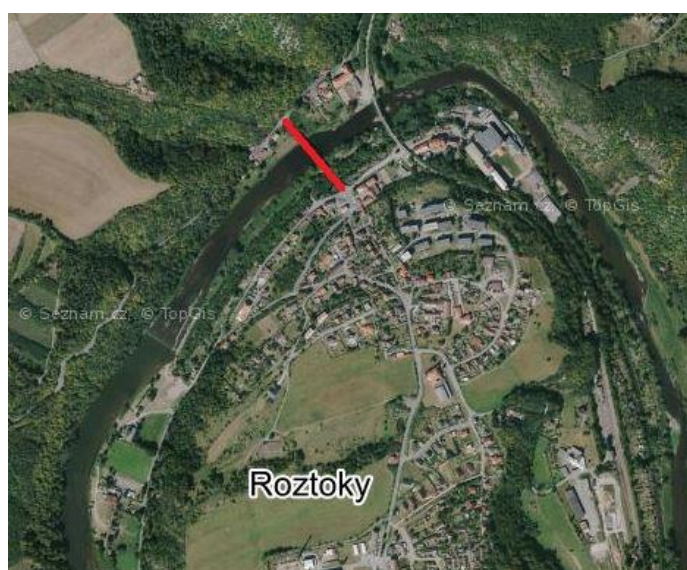
3. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTĚ

| | |
|-------------------------------------|----------------------------|
| Rozdělení dle: | |
| Podle druhu převáděné komunikace: | pozemní komunikace |
| Podle překračované překážky: | řeka |
| Podle počtu polí: | most o třech polích |
| Podle počtu mostovkových podlaží: | jednopodlažní |
| Podle polohy mostovky: | s horní mostovkou |
| Podle měnitelnosti základní polohy: | nepohyblivý |
| Podle plánované doby trvání: | trvalý |
| Podle průběhu trasy na mostě: | směrově v přímé |
| | Výškově v podélném klesání |
| | 0.5 % ve směru staničení |
| Podle členitosti nosné konstrukce: | masivní |

| | |
|--------------------------------------------|----------------------------|
| Podle konstrukčního uspořádání příč. řezu: | otevřeně uspořádaný |
| Podle omezení volné výšky: | s neomezenou volnou výškou |
| Délka přemostění: | 169.450 |
| Rozpětí jednotlivých polí: | 43+85+43 |
| Délka mostu: | 186.030 |
| Délka nosné konstrukce: | 173.000 |
| Šířka nosné konstrukce: | 11.600 |
| Šířka vozovky mezi svodidly: | 7.500 |
| Šířka chodníku: | 2.000 |
| Šířka mostu: | 12.300 |
| Stavební výška: | 2.140-4.640 |
| Úložná výška: | 2.660-4.640 |
| Zatížení mostu: | dle ČSN EN 1991-2 |

4. MOST A JEHO UMÍSTĚNÍ

Most se nachází v obci Roztoky na silnici II/236. Most je veden v přímé a s podélným klesajícím sklonem ve směru staničení 0.5 %.



Šířkové uspořádání na mostě:

| | | |
|-------------------|--------|---|
| Ocelové zábradlí | v. 1.1 | m |
| Chodník | 2 | m |
| Zpevněná krajnice | 0.5 | m |
| Vodící proužek | 0.25 | m |
| Jízdní pruh | 3 | m |
| Jízdní pruh | 3 | m |
| Vodící proužek | 0.25 | m |
| Zpevněná krajnice | 0.5 | m |
| Chodník | 2 | m |
| Ocelové zábradlí | v. 1.1 | m |

5. VYBAVENÍ MOSTU

Most je vybaven standardním zařízením k jeho bezpečnému a spolehlivému provozu. Jedná se o asfaltové vrstvy vozovky, betonové římsy, zábradlí, prvky odvodnění mostu. Na mostě nebude osazeno veřejné osvětlení ani dopravní značení.

Skladba vozovkových vrstev:

| SKLADBA VOZOVKY NA MOSTĚ | | |
|-----------------------------------------|---------|--------|
| OBRUSNÁ VRSTVA | ACD11 S | 40 mm |
| SPOJOVACÍ POSTŘIK 0,3 kg/m ² | PS | |
| LOŽNÁ VRSTVA | ACL16+ | 60 mm |
| SPOJOVACÍ POSTŘIK 0,3 kg/m ² | PS | |
| LITÝ ASFALT | MA 11IV | 35 mm |
| CELOPLOŠNÁ IZOLACE | | 5 mm |
| PEČETIČI EPOXIDOVÁ VRSTVA | | |
| CELKEM | | 140 mm |

6. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Stavba je prováděna přes řeku. V její blízkosti se tedy převážně nacházejí jílovité zeminy. Únosná vrstva se dle vývrtů pohybuje v hloubce kolem 16 m. Hladina podzemní vody kolísá a její hladina se pohybuje zhruba mezi 2.5 - 3.0 m. Základové poměry jsou vlivem těchto skutečností velmi složité.

7. VARIANTY NÁVRHU ŘEŠENÍ

Most převádí řeku Berounku, je tedy snaha zachovat plavební prostor šířky 50 m pod ním. Minimalizovat horní i spodní stavbu a začlenit most do krajiny. Šířka řeky předurčuje minimální rozpětí mostu. Volba částí konstrukce pro zajištění trvanlivosti konstrukce, rychlé výstavba, hospodárnosti materiálů a rozsahu staveniště byla pro výběr klíčová.

7.1 Studie 1

Návrh tvoří předpjatá konstrukce komorového průřezu o 3 polích. Konstrukce je náběhovaná v podélném směru mostu. Pole o rozpětí 43+85+43 m jsou na opěrách

uloženy pomocí dvojice ložisek, v místě podpěr pak rámově spojeny s dvojicí štíhlých stojek. Výška průřezu je v místě podpory 4.5 m. V poli 1 je výška 2.46 a v poli 2 je výška 2 m. Šířka průřezu není kvůli šířce převáděné komunikace velká, proto není třeba ji předepnout.

Příslušenství tvoří vozovka tl. 140 mm, celoplošná izolace, ŽB římsy, odvodnění mostu a odvodnění izolace, podélný svod uvnitř komory, mostní závěry a zábradlí.

Konstrukce je betonována letmou betonáží, která je řešena symetrickými konzolami z podpěr. Koncové úseky mostu jsou betonovány na pevné skruži a mají délku 4 m.

Varianta 1 bez problému dopravu na komunikaci II/236. Minimální zásahy do krajiny a nezávislost na terénu pod mostem, které nám umožňuje letmá betonáž, byly hlavní aspekty, které vedly k výběru této varianty. Díky rozpětí vybudovaného letmou betonáží se vyhneme zakládání ve vodě.

7.2 Studie 2

Most o 5 polích tvořený spřaženými I-nosníky s ŽB deskou. Výška nosníků je 2 m. Tloušťka desky 0.35 m. Délky polí 31+31+4+26.5+26.4 m. Každá nosník má svoje vlastní ložisko jak na opěře, tak na podpěře. Výška nosníků, nám předurčuje maximální rozpětí pole. To nás nutí zakládat ve vodě. Osazování nosníků pomocí jeřábu je také velmi obtížné vzhledem k délce nosníku.

Příslušenství tvoří vozovka tl. 140 mm, celoplošná izolace, ŽB římsy, odvodnění mostu a odvodnění izolace, podélný svod uvnitř komory, mostní závěry a zábradlí.

7.3 Studie 3

Dvoutrámový průřez o 5 polích. Konstrukce je v hlavním poli podélně náběhovaná. Pole o rozpětí 31+31+4+26.5+26.4 m. Uložení je tvořeno dvojicí ložisek na opěrách o podpěrách konstrukce. Výška průřezu v hlavním poli 3 m, v poli 1.4 m. Výška nosníků, nám předurčuje maximální rozpětí pole. To nás nutí zakládat ve vodě. Montáž této varianty by probíhala pomocí pevné skruže, která by byla umístěná v řece. Což by bylo velmi obtížné a nákladné.

8. Technické řešení mostu

8.1 Zemní práce

V místě stavby dojde k sejmutí ornice, dle pedologického průzkumu. Ornice bude uskladněna a poté použita na úpravu svahů. Zemina z výkopů bude uložena na dočasné skládce a poté použita na zásypy a terénní úpravy kolem mostu. Zemina za opěrami bude zvolena nenamrzavá a bude dle příslušných předpisů hutněna po vrstvách. K výkopům u podpěr budou použity štětovnice Larsen dl. 7.7 m. Ty budou po výstavbě ponechány, aby zabránili podemletí základů. Výkopy budou řádně

odvodněny a ve sklonu 1:1, není-li uvedeno jinak. Podkladní beton tloušťky 150-200 mm třídy C12/15 X0.

8.2 Založení

Vzhledem k základovým poměrům je nutné hlubinné založení. Piloty jsou vrtané s průměrem 900 mm a délkou 16-16.8 m. Jsou navrženy z betonu C25/30 XA1, XD2, XC4. Piloty podepírají základové patky výšky 1.08 m v oblasti opěr a 2.4 m v oblasti podpěr.

8.3 Spodní stavba

8.3.1 Opěry

Tloušťka dříku opěry je 3,3m.. Dřík opěry je betonován z betonu C30/37 XC4, XD2, XF4. Úložný práh je ve sklonu 4% směrem k odvodňovacímu kanálku, který odvádí vodu z opěry. Podložiskové bloky, křídla opěry jsou navrženy z betonu C30/37 XC4, XD2, XF4. Závěrná zídka je tloušťky 0.9m v nejširším místě a je navržena z betonu C30/37 XC4, XD2, XF4.

8.3.2 Přejížděvací deska

Přejížděvací deska se nachází za opěrami. Je spojena pomocí vrubového kloubu se závěrnou zídkou. Délka PD je 4 m a sklon 10 %. Tloušťka desky 0.35 m. Beton C25/30 XF1, XD2, XC4.

8.3.3 Stojky

Dvojice štíhlých stojek tvořící podpěru 2 a 3 jsou vysoké přibližně 10.3 m s ohledem na průběh terénu. Půdorysné rozměry jsou 0.8 x 6.6 m. Stojky jsou spojeny rámově s nosnou konstrukcí. Beton C30/37 XF4, XD2, XC4.

8.3.4 Nosná konstrukce

Nosnou konstrukci tvoří monolitický komorový průřez s proměnnou výškou, dodatečně předepnutý. Výška průřezu je v místě podpěr 4.5 m a nad opěrami, stejně jako v hlavním poli 2m. Šířka nosné konstrukce je 11.6 m. Tloušťka vnější stěny komorového nosníku je konstantní 0.6 m. Horní deska komory má proměnlivou tloušťku v příčném řezu, je v oboustranném sklonu 2,5%, v úžlabí mostu se lomí na 4% sklon (v místě osazení krajních říms). Dolní deska má proměnlivou tloušťku, v průřezu u podpory má 0.600 m a v průřezu v poli má tloušťku 0.3 m.

Most je uložen pomocí 2 hrncových ložisek na opěře OP1 a OP4. Podpěry PO2 a PO3 jsou spojeny rámově.

Předpínací záporné (montážní) kabely jsou situovány v horní desce komorového průřezu. Jsou kotveny v čelech horní desky. Kabely jsou navrženy jako 16- ti lanové, Y1860-S7-15.7 A. Zárodek, lamely 1-5 předpínají vždy 4 kabely s 16 lany. Lamely 6 a 7 předpínají vždy 2 kabely s 16 lany. Tyto kabely zůstávají v konstrukci po celou dobu

její životnosti až na dvojici kabelů lamely 4 a 5, které se upálí po předepnutí kabelů spojitosti. Délka lamely je 5m, lamely spojitosti 5 m. Po dokončení letmé betonáže lamely spojitosti jsou napínány kladné kabely, situované ve spodní desce komorového průřezu. Tyto kabely jsou navrženy jako 22 lanové kabely, Y1860-S7-15.7 A.

Po dokončení letmé betonáže mostu se předepnou kabely spojitosti. Kabely spojitosti jsou navrženy jako kabely se soudržností, vedeny stěnou betonového průřezu. Tyto kabely jsou s konstrukcí spojeny po zainjektování kanálků. Kotvení kabelů je situováno v nadpodporových příčnicích. Kabely spojitosti tedy nejsou průběžné, pouze přes 1 pole. Kabely jsou 22 lanové, Y1860-S7-15.7 A.

Betonářská výztuž je z materiálu B500B.

8.4 Uložení

Most je uložen pomocí 2 hrncových ložisek na opěře OP1 a OP4. Podpěry PO2 a PO3 jsou spojeny rámově.

| | OZNAČENÍ | LEVÉ LOŽISKO | PRAVÉ LOŽISKO |
|-----------|----------|--------------|----------------|
| OPĚRA 1 | OP1 | VŠESMĚRNÉ | JEDNOSMĚRNÉ(X) |
| PODPĚRA 2 | PO2 | VETKNUTÍ | VETKNUTÍ |
| PODPĚRA 3 | PO3 | VETKNUTÍ | VETKNUTÍ |
| OPĚRA 4 | OP4 | VŠESMĚRNÉ | JEDNOSMĚRNÉ(X) |

8.5 Vozovka

SKLADBA VOZOVKY NA MOSTĚ

| | | |
|-----------------------------------------|---------|--------|
| OBRUSNÁ VRSTVA | ACQ11 S | 40 mm |
| SPOJOVACÍ POSTŘÍK 0,3 kg/m ² | PS | |
| LOŽNÁ VRSTVA | ACL16+ | 60 mm |
| SPOJOVACÍ POSTŘÍK 0,3 kg/m ² | PS | |
| LITÝ ASFALT | MA 11IV | 35 mm |
| CELOPLOŠNÁ IZOLACE | | 5 mm |
| PEČETIČÍ EPOXIDOVÁ VRSTVA | | |
| CELKEM | | 140 mm |

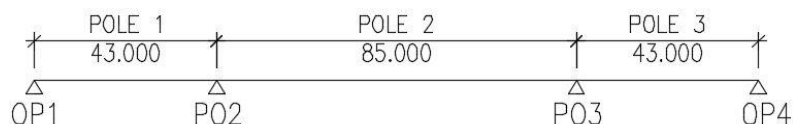
8.6 Statické řešení

Konstrukce je tvořena trojicí polí o rozpětích 43+85+43 m. Délka nosné konstrukce mezi teoretickými podporami je 171 m. Přesah na opěře 1 i opěře 4 je 1.0 m. Celková délka nosné konstrukce mostu je 173 m.

Model konstrukce je vytvořen v programu Scia Engineer 16.1. Podélný směr je vyřešen pomocí prutového modelu. Jedná se o spojitou konstrukci podepřenou vždy dvojicí ložisek v oblasti opěr. Tento fakt je vystihnout tuhými rameny, které spojují uzly na střednici mostu a uzly simulující podporu. Podpěry tvoří vždy dvě štíhlé stojky, které jsou s nosnou konstrukcí spojeny rámově. V důsledku toho je modelována i spodní stavba. Založení tvoří 20 pilot o průměru 0,9 m pod oběma podpěrami. Ty jsou

vetknuty do základu výšky 2,4 m. Průřezy mostu jsou modelovány skutečnými průřezy mostu, tedy není využíváno žádného zjednodušení geometrie. Průřezy mostu jsou modelovány skutečnými průřezy mostu, tedy není využíváno žádného zjednodušení geometrie.

V příčném směru je most modelován v rovině na 1 metr běžný. Jedná se o rám, který tvoří střednici mostu v příčném směru. Byl analyzován průřez (pole 1, pole 2, podpora 2)



Rozhodující síly byly brány z podpory 2, kde byl počítán i podélný smyk a mohla být vyřešena interakce příčného a podélného směru.

Konstrukce byla posouzena na mezní stavy dle ČSN EN, jak pro trvalé, tak pro dočasné návrhové situace.

9. VÝSTAVBA MOSTU

9.1 Spodní stavba

V místě budoucích stavebních jam je nutné provést skrývku ornice o tloušťce 200 mm. Provádění hluchého vrtání pilot u opěr i podpěr. Armování a betonáž do požadované výšky. Vykopání stavebních jam. Výkopy u opěr se vyřeší pomocí svahování stavební jámy. Výkopy u podpěr pomocí štětovnice Larsen dl. 7.7 m.

Na provedené pilotové základy se položí podkladní beton a délé základy.

Délé se provede betonáž opěr s úložným prahem a mostních křídel s částí závěrné zídky.

Následně se aplikuje ochrana hydroizolací, rubové drenáže a prostor za opěrami se částečně zaveze vhodnou zeminou.

9.2 Nosná konstrukce

Po betonáži štíhlých stojek, se postaví pevná skruž pro budování zárodek. Zárodek je délky 10m a je symetrický. Most je spojen rámově se spodní stavbou, není nutné přidávat další montážní podpory, pouze se ztují štíhlé stojky. Ztuzení je nutné pouze při fázích letmé betonáže. Stavba betonového zárodek je časově náročná. Zárodek bývá ve velké míře vyztužován, proto se délka výstavby pohybuje okolo 45 dnů. Při návrhu receptury betonu nosné konstrukce C45/55 XF2 musí být věnována velká pozornost kvůli potřebě rychlého nárůstu pevnosti betonu. Délé je potřeba navrhnout recepturu s dobrou zpracovatelností a technologií dopravy.

Betonáž lamel je prováděna symetricky. Na zárodek budou osazeny betonářské vždy 2 vozíky (1 pro každý směr). Při volení délky lamely vahadla bylo nutné zohlednit možnosti výrobců betonářských vozíků. Zatížení od jednotlivých lamel bylo spočítáno

a navržený vozík má 95t. Betonářské vozíky budou zakotveny pomocí do předešlé lamely. Lamely 1-7 budou betonovány v délce 5 m. Uzavírací lamela bude délky 5 m. Výstavba jedné lamely trvá 14 dnů. K dispozici budou 4 betonářské vozíky. Na každém vahadle bude vybetonováno sedm symetrických lamel. Jednotlivé lamely vahadla jsou předepnuta zápornými kabely v horní desce. Předpětím redukuje konzolové momenty při betonáži. Po vybudování celého vahadla nastává betonáž uzavírací lamely. Napnutí kladných kabelů proběhne 7 dní po betonáži uzavírací lamely v poli 2. U opěry na konci mostu je nutné dobudovat zbytek konstrukce na pevné skruži. 7 dnů po vybetonování lamel spojitosti dojde k předepnutí celého mostu kabely spojitosti. Kabely spojitosti budou předepínány z obou konců.

9.3 Dokončovací práce

Po dokončení nosné konstrukce mostu se může dobudovat závěrná zídka a přechodové oblasti. Na povrch bude aplikována hydroizolace. Následuje instalace odvodňovačů a vrtání kotvicích přípravků. Poté betonování monolitických říms. Po odbednění říms lze začít s pokládáním vrstev vozovky, osazováním ocelového zábradlí. Poslední proběhnou úpravy kolem a pod mostem, kdy bude zřízeno revizní schodiště, zpevnění, vsakovací jímky.

10. ZÁVĚR

Podle zadání diplomové práce byly vypracovány 3 studie na základě podkladů vedoucího práce. Z vypracovaných variant byla vybrána nejvhodnější varianta, která byla dále podrobně řešena. Zvítězila Studie1 – Komorový průřez s podélnými náběhy. Navržená konstrukce byla dimenzována dle požadavků EC. Byly ověřeny mezní stavy použitelnosti v průběhu celé výstavby i po jejím uvedení do provozu. Dále mezní stav únosnosti vybraných řezů na ohybovou únosnost, únosnost ve smyku a v kroucení. Tyto únosnosti byly ověřeny jak v podélném, tak i příčném směru mostu.

11. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

11.1 LITERATURA

J. Stráský, R. Nečas, L. Klusáček, J. Panáček – Betonové mosty I, opory VUT 2006

J. Navrátil – Předpjaté betonové konstrukce, CERM 2008

J. Stráský – Betonové mosty, SEL, spol. s.r.o

R. Šafář – Betonové mosty 2, Přednášky, ČVUT 2017

11.2 INTERNET

| | |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Předpínací systém VSL | www.vsl.cz |
| Betonové mosty | www.fce.vutbr.cz/BZK/kolacek.j |
| Mapy | www.google.maps.com www.mapy.cz |
| Scia Engineer | help.scia.net/16.1 |
| Odvodňovače | www.vlcek.cz |
| Vzorové listy | www.pjpk.cz |

11.3 NORMY

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1: Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí

ČSN EN 1992-2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady

12. SEZNAM PŘÍLOH TEXTOVÉ ČÁSTI

P1. Použité podklady a studie řešení

| | | | | | |
|----|-----------|----------------|-----------|----|----|
| 01 | Podklad 1 | Podélný profil | 1:500 | 2 | A4 |
| 02 | Podklad 2 | Příčný řez | 1:100 | 1 | A4 |
| 03 | Podklad 3 | Situace | 1:200 | 2 | A4 |
| 04 | Studie 1 | Komora | 1:250,100 | 12 | A4 |
| 05 | Studie 2 | Ocel. Nosníky | 1:250,100 | 12 | A4 |
| 06 | Studie 3 | Dvoutrám | 1:250,100 | 12 | A4 |

P2. Výkresy- přehledné, podrobné a detaily

| | | | | | |
|-----|-------------------|-------------------|--------------|----|----|
| 01 | Půdorys | | 1:200 | 6 | A4 |
| 02 | Podélný profil | | 1:200 | 6 | A4 |
| 03 | Příčné řezy | | 1:50 | 12 | A4 |
| 04 | Schéma výztuže | Řez A-A, B-B | 1:25 | 12 | A4 |
| 05 | Schéma výztuže | Řez C-C, D-D | 1:25 | 12 | A4 |
| 06 | Schéma výztuže | Řez E-E, F-F | 1:25 | 12 | A4 |
| 07 | Předpínací výztuž | Záporné kabely | 1:100,50 | 10 | A4 |
| 08 | Předpínací výztuž | Kladné kabely | 1: 100,50 | 10 | A4 |
| 09 | Předpínací výztuž | Kabely spojitosti | 1: 100,50 | 12 | A4 |
| 010 | Zábradlí | | 1:10, 5, 2.5 | 3 | A4 |

P3. Stavební postup a vizualizace

| | | | | | |
|----|-------------------------|--------------|-------|----|----|
| 01 | Stavební postup | Textová část | - | 9 | A4 |
| 02 | Schéma postupu výstavby | | 1:200 | 6 | A4 |
| 03 | Harmonogram výstavby | | - | 14 | A4 |
| 04 | Vizualizace | | - | 5 | A4 |

P4. Statický výpočet

| | | | | | |
|----|------------------|--|---|-----|----|
| 01 | Statický výpočet | | - | 103 | A4 |
|----|------------------|--|---|-----|----|